

RESPON FISIOLOGIS TANAMAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica* Forssk.) PADA CEKAMAN LOGAM MERKURI

Physiological Response Water Spinach (Ipomoea Aquatica Forssk.) on Mercury Metal Stress

Muh. Shofi, Suharyanto

Program Pascasarjana, Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, UGM

E-mail : kirana_shofi@yahoo.com

Abstract - The purpose of this study was to determine the effect of mercury stress on the physiological response of water spinach. This study use a completely randomized design (CRD) with 5 treatments Hg concentrations of heavy metals, namely 0, 1, 3, 5, and 7 ppm with 4 replicates for each treatment and were harvested after 15 and 30 days after planting. Observation parameters such as root length, stolon length, number of leaves, biomass, chlorophyll content, and mercury levels after 15 and 30 days. Data were analyzed using F test and DMRT test with a significance level of 5% with SPSS 15. The results showed that more high concentrations of Hg is caused decrease of: root length, stolon length, number of leaves, biomass, chlorophyll content both on treatment 15 days or 30 days Hg stress. Highest levels of Hg found in the roots of both in treatment 15 days or 30 days compared between the stem and the leaves are at the root. It caused in root there is endodermis which serves as a filter heavy metals. The presence of mercury causes metabolism and physiological of water spinach disrupted.

Keywords : water spinach (*I. aquatica* Forssk.), Hg, physiological response

PENDAHULUAN

Merkuri atau yang dikenal dengan Hg merupakan satu-satunya logam berbentuk cair pada suhu ruang dan terjadi dalam beberapa bentuk. Bentuk tersebut dapat menghasilkan efek racun dalam dosis cukup tinggi (Palar, 2004). Hg dapat ditemukan dalam berbagai senyawa kimia dan termasuk logam yang sangat berbahaya terutama dalam senyawa organik yaitu metal dan etil merkuri. Semua senyawa Hg ini bersifat toksik untuk makhluk hidup bila jumlahnya banyak dapat merusak saraf tubuh dan dalam waktu yang lama senyawa Hg akan tersimpan secara permanen di dalam tubuh (Sanusi, 1980). Menurut Darmono (2008) pengaruh toksisitas Hg pada organisme tergantung pada bentuk komposisi merkuri, rute masuk ke dalam tubuh dan lama terpaparnya Hg.

Akumulasi logam berat yang berlebihan pada organ tanaman dapat menghambat pertumbuhan dan produktivitas, bahkan dalam beberapa kasus dapat menimbulkan kematian. Efek adanya Hg pada tanaman

yaitu menghambat penyerapan unsur Zn dan P, dimana kedua zat tersebut merupakan pembentuk klorofil sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Adanya HgCl_2 pada konsentrasi 0,01-0,1 mM dapat menghambat terjadinya biosintesis klorofil yang berakibat menurunkan pertumbuhan dan produktivitas (Jaim and Puranik, 1993). Pada tanaman *Tristichum aestivum*, Hg akan menghambat retardasi akar-tajuk, menurunkan rasio akar-tajuk, dan berat kering serta kandungan protein terlarut pada tajuk (Patra and Sharama, 2000). Berdasarkan penelitian Suszcyn-sky and Shann (1995) menyatakan bahwa pada konsentrasi 1,0 $\mu\text{g/mL}$, Hg dapat menghambat pertumbuhan akar karena adanya penghambatan mitosis, mengurangi sintesis komponen dinding sel, dan perubahan aktivitas fotosintetis (Patnaik and Mohanty, 2013). Selain itu juga, Hg dapat menghambat pembentukan ATP. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Luciane *et al.* (2007) bahwa pada konsentrasi 0.001 mM Hg dapat



menghambat pembentukan ATP, PPi, dan hidrolisis *β-glycerol phosphate*.

Kangkung merupakan tanaman sayuran yang banyak diminati oleh masyarakat. Salah satu tanaman kangkung yang digemari yaitu kangkung air (*I. aquatica* Forssk.). Hasil penelitian Tommy (2009) menyebutkan bahwa tanaman kangkung air dapat menyerap logam Hg pada limbah tambang emas sebesar 54,525 ppm setelah 30 hari perlakuan pada media tanam yaitu air limbah tambang emas rakyat. Selain itu juga, ternyata tanaman kangkung dapat digunakan sebagai biodikator adanya logam berat. Adanya perbedaan akumulasi logam tersebut pada tumbuhan disebabkan karena adanya batas kadar logam yang terdapat di dalam biomassa dan hiperakumulator berbeda-beda bergantung pada jenis logamnya serta jenis tanamannya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh cekaman merkuri terhadap respon fisiologis tanaman kangkung air.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-April 2014 di *greenhouse* PAU UGM, LPPT UGM, dan Laboratorium Falitma Fakultas Biologi UGM.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu stek pucuk kangkung air, larutan HgCl_2 , pupuk, larutan NAA 0,2 ppm, aquades, aseton dingin 80%, larutan HNO_3 pekat, dan larutan HCl pekat.

Cara Kerja

Penanaman

Stek tanaman kangkung air ditanam pada larutan HgCl_2 pada konsentrasi 0, 1, 3, 5, dan 7 ppm selama 15 hari dan 30 hari dan ditambah larutan pupuk majemuk sebagai nutrisi selama perlakuan. Pengamatan berupa panjang

akar, panjang stolon, jumlah daun, biomasa, kadar klorofil, dan kadar Hg.

Penghitungan Kadar Klorofil

Sampel ditimbang sebanyak 0,1 g dan digerus sampai halus dengan menggunakan mortar. Setelah halus ditambahkan aseton dingin 80% sebanyak 10 mL. Selanjutnya disentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C. Setelah 10 menit diambil supernatannya dan diukur absorbansi pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 646 dan 663.

Pengukuran Kadar Hg

Sampel dikeringkan dan ditimbang, kemudian didesstruksi basah menggunakan HCl pekat dan HNO_3 pekat dengan perbandingan 1:4 sebanyak 5 mL dan dipanaskan pada suhu 200°C. Setelah larutan jernih ditambahkan aquades hingga 10 mL dan diukur kadar Hg menggunakan Hg-Analyzer.

Analisis data

Sampel diambil menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok Kelompok (RAK) (Gomez, 1995) kemudian data dianalisis menggunakan SPSS 20 berupa uji F dan dilanjutkan dengan DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hg pada tumbuhan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan sehingga menyebabkan produktivitas dari tanaman tersebut sangat menurun. Perlakuan Hg ini menyebabkan tanaman mengalami toksisitas logam berat. Gejala keracunan akibat Hg pada tanaman yang dapat dikaitkan dengan adanya penghambatan mitosis, mengurangi sintesis komponen dinding sel, dan perubahan aktivitas fotosintetis (Patnaik and Mohanty, 2013). Gejala yang tampak yaitu adanya penurunan pertumbuhan dari tanaman. Ion merkuri dapat menginduksi adanya stres oksidatif dengan memicu *reactive oxygen species* (ROS), misalnya superoksida radikal, hidrogen peroksida, dan radikal hidroksil pada tanaman (Patra dan Sharma 2000).

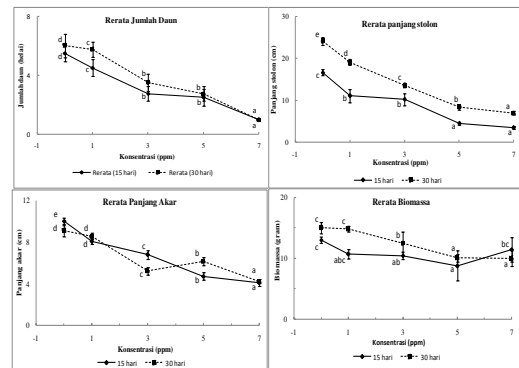


1.1 Jumlah Daun

Pemaparan Hg pada tanaman kangkung air ini berdampak pada menurunnya jumlah daun. Semakin tinggi konsentrasi Hg jumlah pertambahan daun kangkung air semakin menurun baik pada perlakuan 15 hari dan 30 hari. Gambar 1 menunjukkan pada konsentrasi 7 ppm penambahan helaian daun setelah 15 hari dan 30 hari hanya 1 helaian dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Pada konsentrasi 0 ppm pertambahan jumlah daun kangkung air paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang lainnya. Hal ini diduga adanya penghambatan yang berkaitan dengan kompetisi perolehan unsur hara. Akumulasi merkuri dalam organ tanaman menghambat masuknya Zn dan P yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Hg bukan merupakan hara bagi tanaman dimana kehadirannya akan mengganggu keseimbangan unsur hara yang lain (Purwani, 2003). Toksisitas Hg ini tergantung banyaknya Hg yang diserap dan diakumulasi oleh tanaman, semakin tinggi Hg maka akan mengganggu metabolisme tanaman.

1.2 Tinggi Tanaman

Perlakuan Hg secara nyata menghambat pertambahan tinggi tanaman baik pada perlakuan 15 hari maupun 30 hari. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang tersaji pada gambar 1. Pada perlakuan 15 dan 30 hari cekaman Hg menunjukkan tinggi tanaman pada konsentrasi 0 ppm kangkung air berbeda nyata dengan tinggi perlakuan yang lainnya dan konsentrasi 7 ppm paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.



Gambar. 1 Rerata Pertambahan Jumlah Daun, Panjang Stolon, Panjang Akar, dan Biomassa Tanaman Kangkung Air yang Ditanam pada Media yang Mengandung Hg

*huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan.

1.3 Panjang Akar

Berdasarkan hasil pengamatan yang tersaji pada gambar 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan 15 hari dan 30 hari setelah tanam konsentrasi Hg 0 ppm memiliki akar yang paling panjang dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan yang lainnya. Namun pada perlakuan 30 hari setelah tanam panjang akar tidak berbeda nyata dengan konsentrasi Hg 1 ppm. Adanya perbedaan panjang akar kangkung air ini dikarenakan logam Hg ini akan menghambat pembelahan mitosis sehingga sel tanaman tidak akan bertambah banyak dan akan berakibat pada panjang sel tanaman. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Patnaik and Mohanty (2013) bahwa adanya Hg menyebabkan penghambatan mitosis dan mengurangi sintesis komponen dinding sel, sehingga akan berdampak pada pertambahan panjang tanaman.

1.4 Biomassa

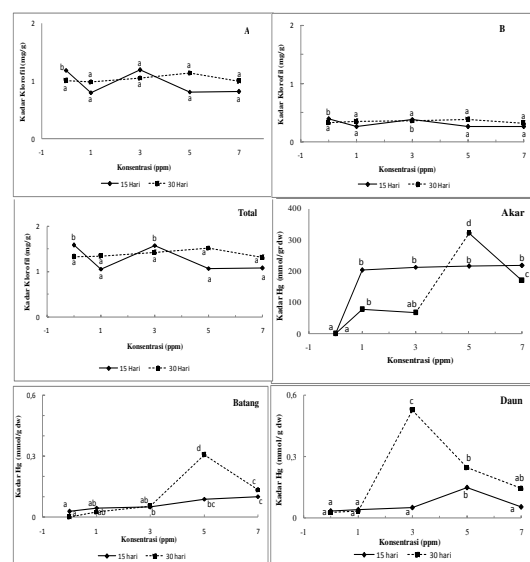
Adanya Hg dapat mempengaruhi berat biomassa kangkung air yaitu semakin tinggi konsentrasi Hg menyebabkan biomassa kangkung air semakin menurun. Pada perlakuan kontrol (0 ppm) 15 hari setelah tanam mempunyai berat biomassa yang paling tinggi namun tidak berbeda

nyata dengan perlakuan konsentrasi Hg 1 ppm dan 7 ppm. Biomasa terendah pada konsentrasi Hg 5 ppm tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi Hg 1 ppm dan 3 ppm. Hasil pengamatan 30 hari setelah tanam menunjukkan hasil bahwa konsentrasi Hg 0 ppm memiliki rerata biomassa tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Konsentrasi Hg 7 ppm memiliki rerata berat biomassa terendah tetapi tidak berbeda nyata pada perlakuan Hg dengan konsentrasi Hg 5 ppm. Data mengenai penurunan biomassa tanaman kangkung dapat dilihat pada gambar 1. Adanya penurunan berat biomassa disebabkan adanya logam Hg yang dapat menghambat pertumbuhan sel sehingga pertumbuhan akan terganggu. Fitter and Hay (2001) berpendapat bahwa terhambatnya pertumbuhan tanaman dikarenakan adanya cekaman logam berat, sehingga pertumbuhan dan perkembangan jaringan pada akar terhambat. Menurunnya jaringan pada akar mengakibatkan penurunan pertumbuhan bagian atas tanaman dan pada akhirnya akan menurunkan berat kering tanaman.

1.5 Kadar Klorofil

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat pada klorofil A pengamatan 15 hari setelah tanam, konsentrasi 3 ppm memiliki rerata kadar klorofil tertinggi yaitu 1,19175 mg/g namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0 ppm tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi yang lainnya. Konsentrasi 1 ppm memiliki kadar klorofil A yang paling rendah. Kadar klorofil b dan klorofil total konsentrasi 0 ppm memiliki rerata yang paling tinggi namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 3 ppm tetapi berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Pada pengamatan 30 hari setelah tanam, kadar klorofil semakin rendah dibandingkan pengamatan 15 hari, karena terlalu lama terpapar Hg sehingga

proses pembentukan klorofil akan terhambat. Klorofil A, klorofil B, dan klorofil total tidak berbeda nyata antar perlakuan, namun terjadi penurunan kadar klorofil seiring dengan bertambahnya konsentrasi Hg yang diberikan. Logam berat dapat mengganggu sintesis klorofil baik melalui penghambatan langsung yaitu secara enzimatis atau dengan menginduksi defisiensi suatu unsur esensial (van Assche and Clijsters, 1990).



Gambar. 2 Rerata Kadar Klorofil dan Kadar Hg Tanaman Kangkung Air yang Ditanam pada Media yang Mengandung Hg

*huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan.

Adanya Hg^{2+} ini dapat menyebabkan penghambatan fotoreduksi *protochlorophyllide* (Solymosi *et al.*, 2004). Selain itu, Hg mempengaruhi status P dan Mn pada tanaman, mengurangi konsentrasi klorofil dan meningkatkan malondialdehid (MDA) dan tiol (Moreno-Jiménez *et al.* 2009). Berdasarkan penelitian Liu *et al.* (2010) menyatakan baik rendah maupun tinggi konsentrasi Hg akan merangsang sintesis klorofil pada tahap awal pertumbuhan, Namun, pada tahap akhir dari pertumbuhan baik konsentrasi Hg rendah maupun tinggi akan menghambat sintesis klorofil. Namun, tingginya tingkat

Hg²⁺ menjadi sangat toksis ke sel dan dapat menginduksi kerusakan dan gangguan fisiologis (Ortega-Villasante *et al.*, 2005; Zhou *et al.* 2007). Pada tumbuhan, ion Hg dapat mengganti ion logam dalam pigmen fotosintetik yang menyebabkan penurunan tingkat fotosintesis (Xylander *et al.*, 1996; Kupper *et al.* 1998).

1.6 Kadar Hg

Berdasarkan pengukuran kadar logam Hg dengan menggunakan *mercury analyzer* diketahui bahwa kadar Hg perlakuan 15 hari paling tinggi ditemukan pada akar yaitu konsentrasi Hg 5 ppm (216,24523 mmol/g berat kering), namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi Hg 7, 3, dan 1 ppm. Pada batang konsentrasi Hg tertinggi 7 ppm (0,10275 mmol/g berat kering) dan pada daun konsentrasi tertinggi yaitu 0,14825 mmol/g berat kering (konsentrasi Hg 5 ppm). Pendedahan Hg selama 30 hari menunjukkan kadar Hg tertinggi pada akar yaitu konsentrasi 5 ppm sebesar 320,80575 mmol/g berat kering. pada batang konsentrasi 5 ppm sebesar 0,30775 mmol/g berat kering paling tinggi dan berbeda nyata dengan konsentrasi yang lainnya. Daun kangkung yang telah diberi perlakuan Hg, konsentrasi tertinggi ditemukan pada konsentrasi 3 ppm sebesar 0,52525 mmol/g berat kering. Adanya perbedaan tersebut dimungkinkan karena adanya perbedaan fisiologi dari tanaman kangkung sehingga proses penyerapannya juga berbeda. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Tommy (2009) menyatakan bahwa kadar Hg tertinggi ditemukan pada akar, sebab pada akar terdapat filter berupa endodermis yang berakibat Hg tidak dapat masuk dan terakumulasi pada akar. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Juheiti *et al.*, (2005) yang menyatakan akumulasi merkuri pada tanaman secara umum meningkat dengan makin meningkatnya konsentrasi merkuri

pada media tanam dan makin meningkatnya umur tanaman.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Hg mengakibatkan penurunan: panjang akar, panjang stolon, jumlah daun, biomasa, kadar klorofil baik pada perlakuan 15 hari maupun 30 hari cekaman Hg. Kadar logam Hg pada tanaman kangkung setelah 15 hari perlakuan tertinggi pada akar yaitu konsentrasi Hg 5 ppm sebesar 216,24523 mmol/g berat kering), pada batang konsentrasi Hg tertinggi 7 ppm (0,10275 mmol/g berat kering) dan pada daun konsentrasi tertinggi yaitu 0,14825 mmol/g berat kering (konsentrasi Hg 5 ppm). Pendedahan Hg selama 30 hari menunjukkan kadar Hg tertinggi pada akar yaitu konsentrasi 5 ppm sebesar 320,80575 mmol/g berat kering, pada batang konsentrasi 5 ppm sebesar 0,30775 mmol/g berat kering dan pada daun kangkung yang telah diberi perlakuan Hg, konsentrasi tertinggi ditemukan pada konsentrasi 3 ppm sebesar 0,52525 mmol/g berat kering. Diperlukan penelitian lebih lanjut yaitu mengenai pengaruh merkuri terhadap nutrisi tanaman kangkung air yang tumbuh pada daerah penambangan emas dan karakteristik genetik tanaman kangkung.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmono. 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran; Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI press, Jakarta.
- Fitter, AH., and Hay, RKM. 2001. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. (terj. Sri Andani dan E.D. Purbayanti). Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Gomez, K.A. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian Edisi Kedua*. Jakarta : UI Press,
- Jaim, M., and Puranik, RM. 1993. Protective Effect of Reduced Glutathione on Inhibition of



- Chlorophyll Biosynthesis by Mercury in Excised Greening Maize Leaf Segments. *Indian J. Exp. Biol.* 31: 708-710.
- Juhaeti, T., Syarif N, Sambas E.N. Hoesen, DSH. 2005. *Karakteristik Jenis Tumbuhan pada vegetasi di lokasi tailing pond Pasir Gombang PT.ANTAM dan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Cikotok*. Laporan Teknik, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI.
- Kupper H., Kupper F., Spiller M. 1998. In Situ Detection of Heavy Metal Substituted Chlorophylls in Water Plants. *Photosynthesis Research* 58: 123–133.
- Liu, D., Wang, X., Chen, Z., Xu, H., Wang, Y. 2010. Influence of Mercury on Chlorophyll Content in Winter Wheat and Mercury Bioaccumulation. *Plant Soil Environ.* 56(3): 139–143.
- Luciane. A., Tabaldi, L.A., Ruppenthal, R., Cargnelutti, D., Morsch, V.M, Pereira, L.B., and Schetinger, M.R.C. 2007. Effects of Metal Elements on Acid Phosphatase Activity in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 59 : 43–48.
- Moreno-Jiménez E., Esteban E., Carpena-Ruiz R.O., Peñalosa J.M. 2009. Arsenic- and Mercury-induced Phytotoxicity in the Mediterranean Shrubs *Pistacia lentiscus* and *Tamarix gallica* Grown in Hydroponic Culture. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72: 1781–1789.
- Ortega-Villasante C., Rella'n-A'lvarez R., Del Campo F.F., Carpena-Ruiz R.O., Herná'ndez L.E. 2005. Cellular Damage Induced by Cadmium and Mercury in *Medicago sativa*. *Journal of Experimental Botany* 56: 2239–2251.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Patnaik, A. and Mohanty, B. K. 2013. Toxic Effect of Mercury and Cadmium on Germination and Seedling Growth of *Cajanus cajan* L (Pigeon Pea). *Annals of Biological Research* 4:123-126.
- Patra, M and Sharma, A. 2000. Mercury Toxicity in Plant. *The Botanical Review* 66: 379-409.
- Purwani, KI. 2003. *Pengaruh Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular Terhadap pertumbuhan jagung (Zea mays L.) pada Tanah Salin yang Tercemar Merkuri*. Tesis, Program Studi Biologi Jurusan Ilmu-Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sanusi, H. S. 1980. *Sifat-sifat Logam Merkuri di Lingkungan Perairan Tropis*. Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan, Fakultas Perikanan IPB, Bogor.
- Solymosi K., Lenti K., Myśliwa-Kurczel B., Fidy J., Strzałka K., Böddi B. 2004. Hg²⁺ Reacts with Different Components of the NA DPH : Protochlorophyllide Oxidoreductase Macrod domains. *Plant Biology* 6: 358–368.
- Suszcyn-sky, E.M., and Shann, J.R., 1995. Phytotoxicity and Accumulation of Mercury in Tobacco Subjected to Different Exposure Routes. *Environ Toxicol. Chem.* 14 : 61–67.
- Tommy, M. P. 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) dengan Tumbuhan Air sebagai Salah Satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. *AGRITEK* 17: 1-8.
- Van Assche F., and Clijsters H. 1990: Effect of Metals on Enzyme Activity in Plants. *Plant, Cell and Environment* 13: 195–206
- Xylander M., Hagen C., Braune W. 1996. Mercury Increases Light Susceptibility in the Green Alga *Haematococcus lacustris*. *Botanica Acta* 109: 222–228.
- Zhou Z.S., Huang S.Q., Guo K., Mehta S.K., Zhang P.C., Yang Z.M. 2007. Metabolic Adaptations to Mercury-induced Oxidative Stress in Roots of *Medicago sativa* L. *Journal of Inorganic Biochemistry* 101: 1–9

TANYA JAWAB

Penanya : Imam Mudakir

Pertanyaan :

- Proses ekologi pada tumbuhan dipengaruhi hormone, belum disinggungkan logam berat dengan hormone, bagaimana pengaruhnya?
- Pada fase mana yang mempengaruhi merkuri sehingga mitosisnya gagal?

Jawab :

- Untuk hormone tidak diukur pada penelitian. Namun dapat diduga karena ada cekaman kemungkinan hormone ABA yang berpengaruh.
- Kemungkinan adanya Hg itu berpengaruh pada pembentukan benang spindle sehingga proses penggandaan kromosom akan terganggu. Namun dari penelitian ini belum dilakukan.

Penanya : Yudi Rinanto

Saran :

Kangkung merupakan akumulator, dikhawatirkan penggunaan Hg akan mencemari lingkungan dan masuk ke kangkung lalu dimakan manusia bagaimana? Maka perlu diukur kadar ANR serta bagaimana aplikasinya kedepan.

